

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平 1-30008

⑮ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公告 平成 1 年(1989) 6 月 15 日

F 16 C 33/34
C 21 D 7/048312-3J
A-7371-4K

発明の数 1 (全 5 頁)

⑮ 発明の名称 軸受転動体

⑯ 特 願 昭 59-146220

⑰ 公 開 昭 61-24818

⑱ 出 願 昭 59(1984) 7 月 14 日

⑲ 昭 61(1986) 2 月 3 日

⑳ 発 明 者 前 田 喜 久 男 三重県員弁郡大安町平塚 974 番地
㉑ 発 明 者 杉 浦 郁 生 三重県四日市市小古曾 1-7-11
㉒ 発 明 者 本 村 雅 文 静岡県磐田市中野 1-105
㉓ 出 願 人 エヌ・テー・エヌ 東 大阪府大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 17 号
洋ベアリング株式会社
㉔ 代 理 人 弁理士 鎌 田 文二
審 査 官 川 上 益 喜
㉕ 参 考 文 献 特 開 昭 58-91118 (JP, A) 特 公 昭 57-4465 (JP, B 2)

1

㉖ 特許請求の範囲

1 軸受転動体において、転動面となる表面を $R_{max}0.3 \sim 1.5 \mu m$ のランダムな方向のすり傷で粗面にし、かつその表層に 500MPa 以上の残留応力層を形成したことを特徴とする軸受転動体。

発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、軸受転動体、更に詳しくは、表面が粗面である相手部材に対して長寿命を示す転動体の構造に関するものである。

〔従来の技術〕

転動体の転動寿命に対して転動面の表面粗さが重要な因子であることはよく知られており、転動面の研削仕上げはできるだけ滑らかな面にすることが常識になつてゐる。

一般的な軸受は、内輪、外輪、そして「玉」あるいは「ころ」等の転動体から構成されているが、それぞれが単体として製造できる場合は、転動面の研削仕上げも容易であり、表面粗さは実用上問題のない範囲に納まつてゐる。

しかしながら、軸受の構造において、例えば歯車を備えた軸の一部を内輪として使用する場合がありますが、軸は全体として複雑な形状をしているため、転動体が接触する転動面部分の研削仕上げが極めて困難であり、表面粗さは例えば $R_{max}3 \mu m$

2

程度の粗面になり、これを相手に転動面が鏡面仕上げされた転動体を使用すると、転動体の寿命が実用上問題となる。

即ち、第 5 図に示す如く、転動面が粗面である内輪 1 と鏡面の転動体 2 が接触するとき、潤滑油膜の厚さが十分でないと、金属接触により粗面の山が鏡面にぶつかり、この部分に応力が集中して転動体 2 にピーリング損傷 3 が発生し、損傷部分から剝離に至る破損状態が起こり、転動体 2 は計算寿命に比して極めて短寿命になる。

上記ピーリング損傷 3 とは、深さ $10 \mu m$ 程度の浅い小剝離および亀裂の密集をいうものであるが、第 6 図で拡大した如く、粗面の山が鏡面に対して接触すると、応力の集中により、転動体 2 の表層が転動疲労し、これが原因で前述した通り、転動体 2 にピーリング損傷 3 が生じるのである。

転動体 2 に発生する上記のような不都合を解消する手段として、転動体 2 の表面研削仕上げを粗くすることが考えられる。

しかし、転動体 2 の表面研削仕上げを単に粗くしても、ピーリング損傷の防止に大きな効果のないことも後述するように事実である。

即ち、第 7 図のように、転動体 2 の転動面を内輪 1 と同様の粗面にすると、双方の接触により、潤滑油 4 を介して凹部に静油圧が作用し、同図に

矢印で示した如き引張応力により、転動体 2 ないし内輪 1 の凹部に亀裂が発生し、第 5 図で示した鏡面と粗面の転動接触の場合と同様にピーリング損傷が生じる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

このように粗面を相手に転動する転動体では、ピーリング損傷による短寿命が問題である。

そこでこの発明は、粗面を相手に転動する転動体において、ピーリング損傷の発生を防止し、長寿命を示す転動体を提供することが目的である。

〔問題点を解決するための手段〕

上記の問題点を解決するため、この発明は、転動面となる表面を $R_{\max}0.3 \sim 1.5 \mu\text{m}$ のランダムな方向のすり傷で粗面にし、潤滑条件の改良を施し、かつその表層に 500MPa 以上の残留応力層を形成し、傷内に発生する静油圧的な引張応力に抗することができるようにしたものである。

〔実施例と効果〕

以下、この発明の実施例を、鏡面仕上げした従来品の転動体及び比較用に製作した転動体と対比しながら説明する。

この発明の転動体 1 1 は、第 1 図と第 2 図に示す如く、内輪となる粗面軸 1 2 を支持するためのものであり、転動面となる表面が、ランダムな方向のすり傷（スクラッチ）で粗面 1 3 に形成され、その表層に 500MPa ($50\text{kg}/\text{mm}^2$) 以上の残留応力層を設けて構成されている。

上記粗面軸 1 2 は表面粗さが $R_{\max}1 \sim 3 \mu\text{m}$ であるのに対し、転動体 1 1 の表面はランダムな方向のすり傷によって、平均的な表面粗さが $R_{\max}0.3 \sim 0.8 \mu\text{m}$ になっている。

転動体 1 1 に対する粗面加工の方法としては、タンブラー、研磨、ショット等の加工手段を採用することができる。

ちなみに、研削によって表面が $R_{\max}0.8 \sim 1 \mu\text{m}$ に仕上げられた転動体にみがきタンブラ加工を施し、次に表面あらしタンブラ加工を施すことにより、 $R_{\max}0.3 \sim 0.8 \mu\text{m}$ の表面粗さが得られる。

また、表層への圧縮残留応力の形成方法としては、タンブラー、ショットの如き機械的処理や AS 処理（マルストレッシング）、浸炭・窒化処理のような熱処理をあげることができ、これら機械

的処理と熱処理を複合的に組合せて実施してもよい。

表 1 は、異なった粗面加工方法によつて製作した四種類の試片転動体と従来品の転動寿命試験の

5 結果を示しており、何れの転動体も「ころ」である。

従来品

従来品の転動体は表面が極めて滑らかであり、その表面粗さは $R_{\max}0.2 \mu\text{m}$ 以下である。

10 試片 X

試片 X の転動体は、この発明による転動体の残留応力層の効果を明確にするため、比較例として製作したものであり、圧縮残留応力が付与されないように研削仕上げで表面に無数の傷をつけ、その後軽くスーパー仕上げを施したものである。

試片 A

この転動体は表面にガラスビーズをショットさせ、その後軽くスーパー仕上げを施したものであり、平均的な表面粗さは $R_{\max}5 \mu\text{m}$ である。

20 試片 B

この転動体は、表面にガラスビーズショットによる処理を施しただけであり、平均的な表面粗さは $R_{\max}0.6 \mu\text{m}$ である。

上記試片 A 及び B の表面に形成される傷は、第 4 図に示すように大略円形である。

25 試片 C

この転動体は、タンブラー加工のみであり、表面には細長い傷が無数に存在する。

上記各試片 X、A、B、C の各転動体は、従来品の転動体に比べて表面が非常に粗くなっており、これらの表面粗さは前記のように、平均的に $R_{\max}0.3 \sim 0.8 \mu\text{m}$ であるが、部分的には、 $1.5 \mu\text{m}$ 程度のすり傷が現れており、特に試片 X と C にはランダムな方向の細長い傷が多数見られる。

次に、従来品及び各試片 X、A、B、C の転動体に対し、 $R_{\max}3 \mu\text{m}$ の表面粗さをもつ円筒部材を相手に、ヘルツ最大面圧 3.1GPa の下で転動寿命試験を行ない、その結果を表 1 に示した。

表 1 から分るように、従来品の転動体に比べて表面粗さの粗い転動体は、切削によつてすり傷をつけた試片 X 以外、転動寿命が大きいことが理解される。

表 1
転動体の転動寿命試験結果

転動体の種類	加工の種類	L ₁₀ 寿命 (×10 ⁴ 回)	L ₅₀ 寿命 (×10 ⁴ 回)	L ₁₀ 寿命 の比
従来品	—	2190	3850	1
試片X	傷+スーパー仕上	357	1300	0.16
〃 A	ガラスビーズショットとスーパー仕上	2780	7970	1.27
〃 B	ガラスビーズショットのみ	3310	5690	1.51
〃 C	タンブラーのみ	8550	10100	3.90

上記転動試験後の各転動体に対し、マルテンサイト面からの回折X線の半価幅を測定し、表 2にその結果を示している。

表 2
試験後の転動体表面の半価幅低下

転動体の種類	半価幅低下
従来品	1.1(潤滑性劣る)
試片X	※0.7(〃 良)
〃 A	0.7(〃 良)
〃 B	0.9(〃 やや良)
〃 C	※0.7(〃 良)

※ ランダムな細長い傷

表 2 から明らかな如く、鏡面をもつ従来品の転動体は、半価幅低下が非常に大きいことがわかる。

半価幅低下は、転動面の温度上昇に対応するため、潤滑性の尺度に使用できると考えると、表 2 の結果から、表面粗さの小さい従来品の転動体は、試片X、A、B、Cの転動体に比べて潤滑性が劣ることになる。

これに対して、試片X及びCの転動体の如く、細長い傷で粗面にしたものは、半価幅の低下が小さく、潤滑性が良好なことが分かる。

表 1 の転動寿命試験結果と対比すると、必ずしも潤滑性の良い転動体の転動寿命が大きいとはいえず、潤滑性がやや劣ると判断される試片Bの寿命は、潤滑性の優れた試片Xより長寿命である。

第 3 図は、各転動体の転動試験前の表層の残留応力測定結果を示しており、試片X以外は表層に圧縮の残留応力が生成されている。

これらの圧縮残留応力は、表層深さ0.1mm前後において500MPa以上になっている。

第 4 図は各転動体の半価幅低下、残留応力及び表面粗さと寿命の関係を示しており、従来品及び試片Xの転動体に比べ、試片A、B、Cと順次転動寿命が延びている。

以上のことにより、粗面相手の転動体に対して疲労寿命を向上させるには、単に表面粗さを大きくして潤滑性を向上させるだけでは不十分であり、表層に圧縮残留応力を生成させることが必要である。

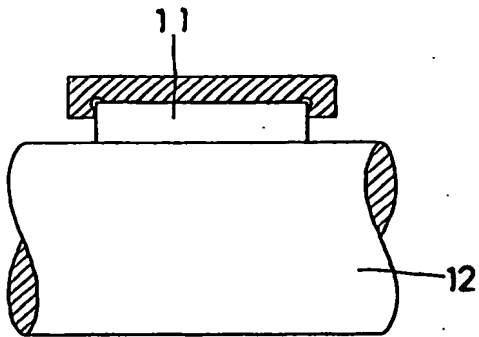
更に、耐ピーリング強度に対する圧縮残留応力の影響については、ピーリング損傷の発生よりも進展を抑制する効果のあることが分かっており、従って表面粗さを大きくしたとき、無数に存在するすり傷の底に作用する応力集中を、この圧縮残留応力が緩和し、ピーリング損傷の発生防止に著しい効果を発揮するのである。

図面の簡単な説明

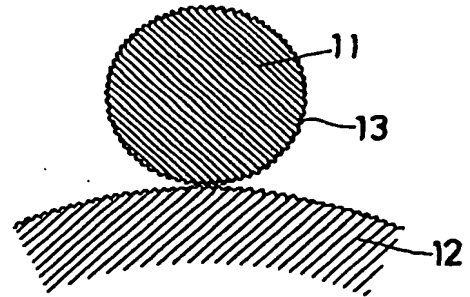
第 1 図はこの発明に係る転動体の使用状態を示す縦断正面図、第 2 図は同上の拡大横断面図、第 3 図は転動体の表層における残留応力の測定図、第 4 図は転動体の半価幅低下、残留応力及び表面粗さと寿命の関係を示すグラフ、第 5 図乃至 7 図の各々は転動体に対するピーリング発生の説明図である。

1 1 は転動体、1 2 は粗面軸、1 3 は粗面。

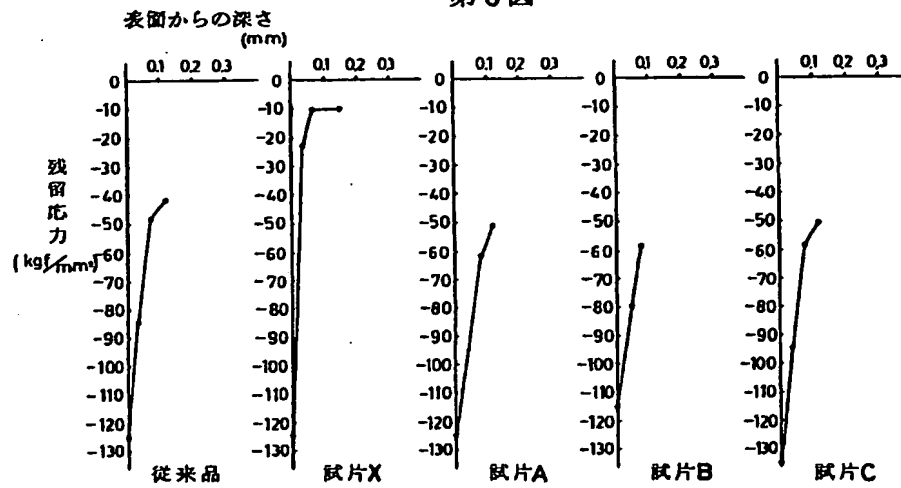
第1図



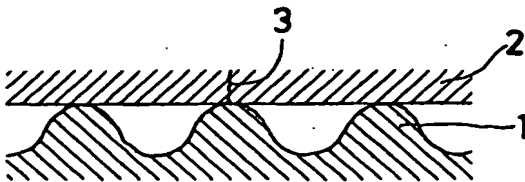
第2図



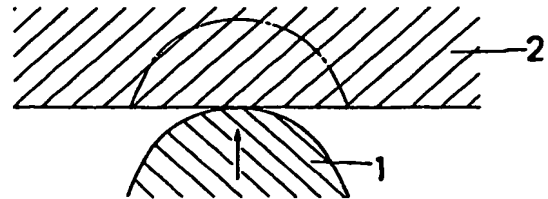
第3図



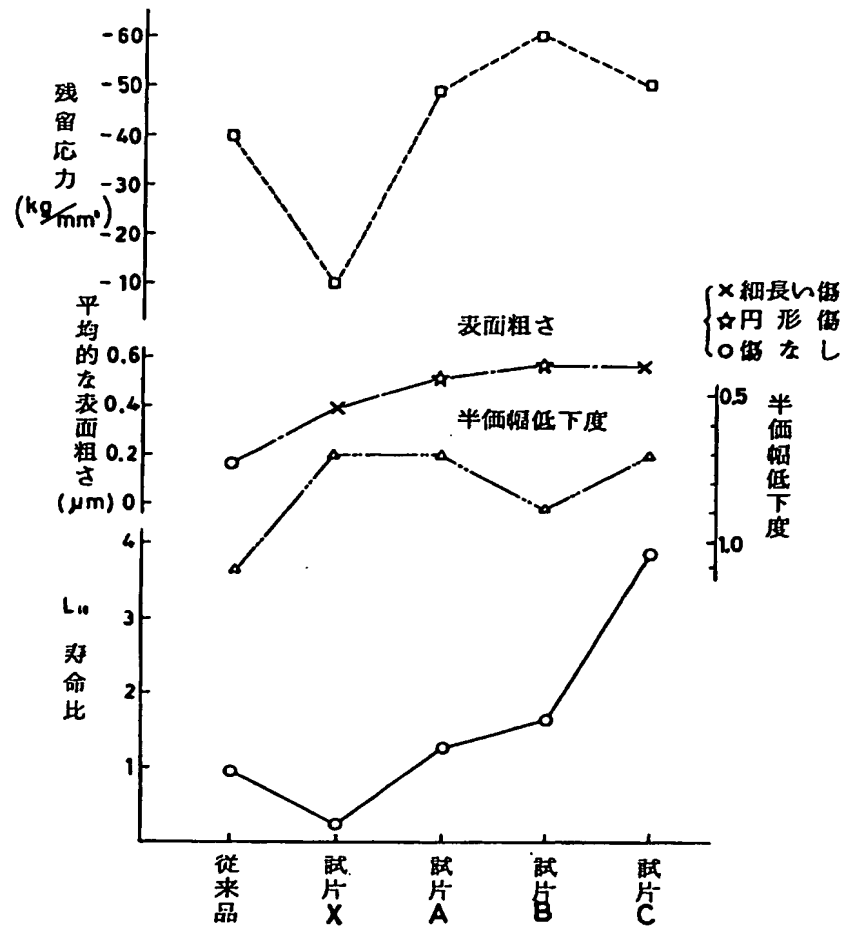
第5図



第6図



第 4 図



第 7 図

